Aus der Tübinger medicinischen Universitäts-Klinik.
(Director: Prof. Dr. Romberg.)

Tachographische Untersuchungen

über die

Wirkung kohlensäurehaltiger Soolbäder.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

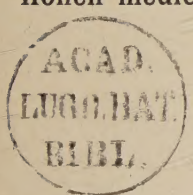
Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

unter dem Präsidium von

Dr. **Ernst Romberg,**
o. ö. Professor der Medicin, Vorstand der medicinischen Klinik an der Universität Tübingen

der

Hohen medicinischen Facultät der Universität Tübingen



vorgelegt von

Boris Liwschitz
aus Bobruisk (Russland).

Berlin 1907.
Druck von L. Schumacher.

Von der Medicinischen Facultät genehmigt.

Tübingen, den 3. Juni 1907.

Prof. Baumgarten.

Referent Prof. Dr. Romberg.

Seiner lieben Frau

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552713_0069

Nachdem der günstige Einfluss kohlensäurehaltiger Salzbäder auf gewisse Erkrankungen des Herzens empirisch festgestellt war, begannen ausgedehnte Controversen über die Art und Weise, in welcher dieser Heilfactor auf den Kreislauf einwirkt. Da die ersten Blutdruckuntersuchungen ein Absinken des Druckes im Nauheimer Bad zu erweisen schienen, so glaubte man zunächst, der therapeutische Effect werde durch eine Schonung des Herzens bedingt. Zahlreiche spätere Untersuchungen aber zeigten, dass im kühlen kohlensäurehaltigen Salzbad wenigstens bei normalen Kreislaufverhältnissen der systolische Blutdruck ansteigt, dass also die im Kreislauf thatsächlich geleistete Arbeit grösser ist, als unter gewöhnlichen Verhältnissen. Die Theorie der Schonung musste mithin der einer Uebung des Herzens durch die Bäder weichen. Zahlreiche Untersucher beschäftigten sich dann weiterhin mit dieser Frage und es erwuchs bald eine ausgedehnte Litteratur, die bis zum Jahre 1902 in einer Arbeit O. Müller's[1]) zusammengestellt ist. Diese Arbeit brachte zum ersten Male systematisch durchgeführte Untersuchungsreihen bei gesunden Menschen in kohlensäurehaltigen und einfachen Wasserbädern der verschiedensten Temperaturen. Sie ergab das auf den ersten Blick überraschende Resultat, dass der Ablauf des systolischen Blutdruckes im kohlensäurehaltigen Salzbad und Wasserbad gleicher Temperatur ein sehr ähnlicher, ja beinahe ein gleicher ist, während die Pulsfrequenz sich verschieden gestaltet.

Aus dieser Thatsache darf selbstverständlich nicht etwa der Schluss gezogen werden, dass die Beeinflussung des Kreislaufes durch kohlensäurehaltige und Wasserbäder gleicher Temperatur in allen Stücken eine völlig gleiche sei. O. Müller schreibt bereits selbst: „Die nur geringen Abweichungen der Blutdruckcurven bei CO_2-Bädern von denen bei gleichtemperirten Süsswasserbädern dürfen aber nicht dazu verleiten, den Werth des CO_2-Bades für die Modification der Herzarbeit in Abrede zu stellen, denn mit den Veränderungen der Schlagfrequenz wird auch bei gleichem Blutdruck die Arbeitsleistung des einzelnen Herzschlages geändert. Jedenfalls aber sind die vorliegenden Curven ein Fingerzeig dafür, dass bei der Abstufung der CO_2-Bäder ein grosses Gewicht auf die Temperatur zu legen ist.“

1) Otfried Müller, Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. 74.

Die Thatsache eines annähernd gleichartigen Verlaufes des systolischen Blutdruckes in kohlensäurehaltigen und Wasserbädern gleicher Temperatur ist dann später von Strassburger[1]) bestätigt worden. Da nun aber Strassburger nicht nur den systolischen, sondern auch den diastolischen Blutdruck mass, so glaubte er, in die Einzelheiten der durch kohlensäurehaltige Salzbäder gesetzten Kreislaufveränderungen besser und tiefer eindringen zu können. Bekanntlich hatte derselbe Autor[2]) schon vor einigen Jahren die neugewonnene Kenntniss der Pulsamplitude und deren Relation mit dem systolischen Blutdruck dazu benutzt, um eine Trennung der beiden Hauptfactoren des systolischen Druckes, des Gefässwiderstandes einerseits und der Herzthätigkeit andererseits, auch am intacten Kreislauf zu ermöglichen. Diese Methode wandte er jetzt an, um festzustellen, in welcher Weise Herz- und Gefässwirkung im Kohlensäurebad und im Wasserbad gleicher Temperatur von einander verschieden seien. Er kam dabei zu dem Schluss, dass „die kohlensäurehaltigen Soolbäder das Herz während des Bades unter Vermehrung des Schlagvolumens zu grösserer Arbeit anregen", während die Gefässe sich erweitern und so ein Hinderniss für das Herz beseitigt wird.

Nun ist aber die von Strassburger angewandte Methode vielfach Gegenstand der Kritik gewesen, und es hat nicht an Stimmen gefehlt, welche die aus ihr gezogenen Schlüsse nicht anerkennen wollten. Es braucht hier nur an die Arbeit Sahlis'[3]) über das absolute Sphygmogramm erinnert zu werden, welche den Hauptpunkt vieler später folgenden kritischen Erörterungen vorwegnimmt. Demgemäss mag es berechtigt erscheinen, wenn die Kreislaufwirkung der kohlensäurehaltigen Soolbäder auch noch mit anderen, weniger umstrittenen und erprobteren Methoden studirt wird. Bezüglich der Veränderungen der Herzthätigkeit ist hier am leichtesten und sichersten Aufschluss zu erlangen durch das v. Kries'sche Flammentachogramm. Ich habe deshalb auf Veranlassung und unter dauernder persönlicher Anleitung von Herrn Dr. O. Müller im Laboratorium der Tübinger Klinik bei einer grossen Anzahl gesunder Menschen Flammentachogramme in kohlensäurehaltigen und Wasserbädern gleicher Temperatur aufgenommen, über die im Folgenden berichtet werden soll.

Bezüglich der Berechtigung der Methode zur Beurtheilung eintretender Veränderungen des Schlagvolumens mag unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Erörterungen von Tigerstedt[4]) und von v. Frey[5]) besonders auf folgende aus jüngster Zeit stammenden Ausführungen von Fr. Kraus[6]) hingewiesen sein. Kraus schreibt: „Ich selbst bin schon früher der Frage nach der Relation zwischen Herzenergie und Gefässwiderstand mittelst eines, wie ich glaube, einwandfreien und einfachen

1) Strassburger, Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. 82.
2) Strassburger, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 54.
3) Sahli, Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. 81.
4) Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie des Kreislaufes. Leipzig 1893.
5) v. Frey, Die Untersuchung des Pulses. Berlin 1892.
6) Kraus, Deutsche med. Wochenschrift 1905, No. 1.

Versuchsverfahrens näher getreten. Ich messe gleichzeitig den Blutdruck und die Geschwindigkeit des Blutstromes, beziehungsweise die durch jeden Herzschlag erfolgende Vermehrung desselben mittelst der in der Klinik viel zu wenig gewürdigten v. Kries'schen Flammentachographie. Für unsere klinischen Aufgaben kann man sich hierbei, wie ich wenigstens glaube, an gewisse einfache Annahmen von Marey halten. Unter der Voraussetzung, dass alle Abweichungen der Circulation auf veränderte Triebkraft des Herzens oder auf abnorme Widerstände in den kleinen Arterien hinweisen, können wir das Gesetz, welches das Verhältnis zwischen Gefässspannung und Stromgeschwindigkeit regelt, in folgender Weise formuliren: „Alles, was die Leistung des Herzens wachsen macht oder vermindert, bewirkt eine gleichsinnige Schwankung des Blutdruckes und der Stromgeschwindigkeit. Was den Widerstand in den Arterien steigert oder herabsetzt, variirt ceteris paribus Arterienspannung und Blutgeschwindigkeit in entgegengesetzter Weise. Wenn aber der Blutdruck infolge von Vermehrung der peripheren Widerstände erhöht ist, nimmt die Geschwindigkeit der Strömung ab; ist jedoch das Wachsen des Druckes durch erhöhte Leistung des Herzens hervorgerufen, steigert sich die Stromgeschwindigkeit. Nachdem ich den v. Kries'schen Tachographen längere Zeit practisch erprobt, erkannte ich auch die Eignung seiner Aufzeichnungen uns Aufschluss zu gewähren über das Verhalten des Schlagvolumens gegenüber dem Tonus der peripheren Gefässe".

Da nun die Blutdruckverhältnisse bei kohlensäurehaltigen Salzbädern wohl bekannt sind und sich auch bei jeder neuen Untersuchungsreihe leicht von Neuem wieder feststellen lassen, so kann man im Hinblick auf die Kraus'schen Ausführungen aus der wechselnden Ordinatenhöhe des Flammentachogrammes directe Schlüsse auf etwaige Veränderungen des Schlagvolumens ziehen. In der That ist von klinischer Seite mit der eleganten und nicht besonders schwer zu handhabenden Methode überraschend wenig gearbeitet worden. Sieht man von den Kraus'schen Studien ab, so bleiben nur einige wenige Arbeiten aus der v. Bruns'schen[1]) und der Sahli'schen Klinik[2]) u. [3]) und eine neuere Arbeit von D. Gerhardt[4]) übrig.

Bezüglich der Technik des tachographischen Verfahrens habe ich mich in jeder Hinsicht an die Vorschriften von v. Kries[5]—[8]) gehalten, und verweise daher bezüglich der Einrichtung des Brenners und der Aufnahmetrommel, sowie auch des plethysmographischen Aermels auf dessen Ausführungen. Bemerkt sei nur, dass ich zwecks völliger Gleich-

---

1) Holz, Beiträge zur klin. Chirurgie. Bd. 7. Heft 1.
2) Albert Ruedi, Inaug.-Dissertation. Bern 1895.
3) Ettore Balli, Inaug.-Dissertation. Bern 1896.
4) D. Gerhardt, Rindfleisch-Festschrift. Leipzig 1907.
5) v. Kries, Du Bois' Archiv. 1878.
6) Derselbe, Festschrift der Freiburger Naturforschenden Gesellschaft. 1883.
7) Derselbe, Du Bois' Archiv. 1887.
8) Derselbe, Berliner klin. Wochenschrift. 1887.

mässigkeit der Flammenhöhe das Gas nicht direct aus der Leitung entnahm, sondern aus einem besonders construirten Gasometer. So war ein völlig constanter Gasdruck von 2,5 mm Hg. unter allen Umständen und dauernd gewährleistet und die von der Gaszufuhr abhängige Flammenhöhe blieb sich deshalb stets gleich, was durch vergleichende Messungen vor und nach dem Versuch erwiesen werden konnte.

Will man nun mittelst des Tachographen den Einfluss von Bädern studiren, so ergeben sich zunächst gewisse Schwierigkeiten. Die Methodik erfordert eine absolut ruhige Lage der Versuchsperson, während das Einsteigen ins Bad eine Bewegung verlangt. Ich bin dieser Schwierigkeit nach dem Vorgange O. Müller's in folgender Weise aus dem Wege gegangen: Die Versuchsperson sass in einem gut geheizten Zimmer (die Lufttemperatur betrug stets 30° C.) unbekleidet in der Badewanne. Der rechte Arm befand sich im Plethysmographen-Gefäss, das von einem ausserhalb der Wanne stehenden Stativ in Schulterhöhe der Versuchsperson oberhalb des Spiegels des später einfliessenden Wassers fest und unverrückbar fixirt wurde. So brauchte die in der Wanne sitzende Versuchsperson ihren Arm nur in durchaus bequemer Weise horizontal nach vorn auszustrecken und im Plethysmographen aufzustützen. Von dem in Höhe des oberen Wannenrandes vor der Versuchsperson fixirten Plethysmographen-Gefäss ging nun ein etwa 30 cm langes, 1 cm weites Bleirohr zum Gasbrenner, der auf einem Tisch in gleicher Höhe unmittelbar neben der Wanne aufgestellt war.

Sass die Versuchsperson in der geschilderten Weise ruhig bei der hohen Lufttemperatur in der Wanne, so konnte man längere Zeit hindurch an der Flamme völlig gleichmässige Strompulse beobachten und event. photographiren. Liess man nunmehr aus einer schleusenartigen Vorrichtung ein vorher bereitetes Bad bestimmter Temperatur in die Wanne einfliessen, so dass sich diese in knapp einer halben Minute ohne nennenswerthe Strudelbildung füllte, so konnte man den Einfluss des Bades auf das Flammentachogramm auch im allerersten Beginn beobachten. Es wurden auf diese Weise Verhältnisse hergestellt, die denen beim Einsteigen in ein Vollbad mindestens sehr ähnlich sind. Bis ein Mensch in ein Bad hineinsteigt und darin zur Ruhe kommt, vergeht auch etwa eine halbe Minute. Das Wasser, das seine Körperoberfläche umspült, ist dabei ebenfalls in Bewegung. Der Hauptunterschied der Versuchsanordnung gegenüber den natürlichen Verhältnissen liegt wohl in dem Fortfall jeglicher Bewegung der Versuchsperson. Da es sich bei diesen Bewegungen aber um äusserst geringe Kraftaufwendungen handelt, so wird ihr Ausfall das natürliche Bild nicht allzusehr entstellen.

Die kohlensäurehaltigen Salzbäder wurden durch Zusatz von 1 kg Natrium bicarbonicum und $1^1/_4$ kg roher Salzsäure, sowie von 5 kg Nauheimer Salz hergestellt. Bei einem Vollbad von 250 Litern kann man damit eine den stärkeren Nauheimer Bädern sehr nahestehende Concentration des CO_2- und Salzgehaltes erzielen [vergl. die Angaben von Matthes[1]) und Strassburger[2])]. Um nun den Kohlensäure- und Salz-

1) Matthes, Lehrbuch der klinischen Hydrotherapie. Jena 1903.
2) Strassburger, Deutsch. Archiv f. klin. Med. Bd. LXXXII.

gehalt des Bades gleich von Anbeginn ab wirken zu lassen, um nicht genöthigt zu sein, die Kohlensäure erst nach dem Einfliessen des Wassers im Bade zu entwickeln, wurde folgendes Verfahren benutzt: Das zur Bereitung des voll wirksamen kohlensäurehaltigen Salzbades erforderliche Natrium bicarbonicum, sowie die entsprechende Menge Nauheimer Salz wurden am Boden der trockenen Wanne, neben der Versuchsperson, in dünner Schicht ausgebreitet. Die Salzsäure wurde in dem Bassin vertheilt, aus dem das entsprechend temperirte Bad durch die zuvor erwähnte schleusenartige Vorrichtung im gewünschten Moment in die Wanne einfloss, um die Versuchsperson binnen einer halben Minute bis zur Brust zu bedecken. Mit dem Moment des Einfliessens des salzsäurehaltigen Wassers in die mit Natrium bicarbonicum und Nauheimer Salz beschickte Wanne begann eine intensive Kohlensäureentwickelung, die nachhaltig genug war, um den Körper der Versuchsperson auch noch nach Ablauf von 20 Minuten dicht mit Gasbläschen besetzt erscheinen zu lassen. In allen Fällen trat auch die durch das kohlensäurehaltige Salzbad veranlasste, so äusserst charakteristische Röthung der Haut an den untergetauchten Körperpartien auf. Der Ablauf des systolischen Blutdruckes und der Pulsfrequenz gestaltete sich, wie in einigen Controlversuchen festgestellt wurde, in der typischen von O. Müller und Strassburger beschriebenen Weise. Es waren mithin alle Kriterien dafür gegeben, dass die applicirten kohlensäurehaltigen Salzbäder das leisteten, was man nach den bisherigen Erfahrungen erwarten durfte, und dass sie der Wirkung der natürlichen Nauheimer Bäder sehr nahe kamen.

Was nun die Versuche selbst betrifft, so sind an vier verschiedenen, gesunden jungen Männern im Alter von 18 bis 27 Jahren im Ganzen 92 Bäder der verschiedensten Temperaturen applicirt worden. Im Allgemeinen wurde um die gleiche Zeit (4 Uhr Nachmittags) an zwei auf einanderfolgenden Tagen bei der gleichen Versuchsperson je ein Wasserbad und ein kohlensäurehaltiges Salzbad der gleichen Temperatur verabreicht. Da die Aufnahmetrommel des Tachographen nicht so umfänglich ist, dass man den ganzen Verlauf eines 20—25 Minuten andauernden Bades photographisch registriren könnte, so wurde zunächst immer ein Normaltachogramm bei der in der trockenen Wanne sitzenden Versuchsperson aufgenommen, das 10—15 Pulsschläge umfasste. Weiter wurden dann während des Einlaufens des Wassers, sowie nach einer Dauer des Bades von 5, 10, 15, 20 und 25 Minuten Stichproben entnommen, die ebenfalls gewöhnlich etwa 10—15 Pulsschläge zur Darstellung brachten.

Süsswasserbäder.

Im einzelnen ergaben sich folgende Verhältnisse: Bei Süsswasserbädern unterhalb des Indifferenzpunktes zeigt der systolische Gipfel des Tachogrammes, der sog. Hauptschlag eine mit sinkender Temperatur zunehmende Neigung zur Verkleinerung. Bei Bädern dicht unterhalb des Indifferenzpunktes ist diese Neigung noch kaum erkennbar, bei Temperaturen von 24 Grad Celsius macht sie sich in einer nach 20 Minuten Badedauer eintretenden Verkleinerung der Flamme um 3—5 mm geltend. Gleichzeitig mit dieser Verkleinerung des Hauptschlages geht

eine relative Vergrösserung des sog. Nebenschlages einher, so dass sich die Spitzen der systolischen und der dikroten Erhebungen in verticaler Richtung einander nähern. Häufig treten auch vor und nach der dikroten Erhebung noch Spitzen im Tachogramm auf, die vorher nicht sichtbar waren, sog. Zwischen- und Nachschläge. Es wird also unter dem Einfluss des kühlen Süsswasserbades der Ablauf der Stromgeschwindigkeit während eines Pulsschlages in den Armgefässen ein langsamerer, während die reflectirten Wellen im Pulsbild deutlicher und stärker hervortreten. Das entspricht durchaus den Angaben von Balli[1]), der ähnliche Verhältnisse bei localer Abkühlung des Armes und in zwei Fällen auch bei Süsswasservollbädern beobachtete.

Bei Bädern oberhalb des Indifferenzpunktes zeigt im Gegensatz dazu der Hauptschlag die Neigung zur Vergrösserung. Bei Bädern dicht oberhalb des Indifferenzpunktes ist diese Vergrösserung der Flamme noch sehr geringfügig. Bei einem Bade von 38 Grad Celsius betrug sie nach 20 Minuten 6 mm. Gleichzeitig mit der Erhöhung des Hauptschlages tritt eine Erniedrigung des Nebenschlages auf, Zwischen- und Nachschlag verschwinden völlig, wenn sie vorher sichtbar waren. Die reflectirten Wellen treten also bei warmen Bädern im Pulsbilde stark zurück, der Puls kann zuletzt fast monokrot erscheinen. Auch das stimmt mit den Angaben Balli's überein.

Wenn ich mithin bezüglich der objectiven tachographischen Befunde bei kalten und warmen Süsswasserbädern zu sehr ähnlichen Resultaten gelange, wie Balli im Jahre 1896, so glaube ich im Hinblick auf die inzwischen neugewonnenen Kenntnisse bezüglich des Kreislaufes und seiner Beeinflussung durch kalte und warme Bäder in den sich ergebenden Schlussfolgerungen weitergehen zu können, als das zu jener Zeit möglich war. Balli schreibt über seine bei kalten und warmen Vollbädern aufgenommenen beiden Tachogramme: „Es war mir nicht möglich, diese äusserst complicirte Wirkung in ihrem Einfluss auf das Tachogramm in ihre einzelnen Antheile zu zerlegen, und ich begnüge mich mit der objectiven Darstellung der typischen Veränderungen". Inzwischen ist nun im Jahre 1902 durch O. Müller[2]) zusammenfassend gezeigt worden, dass alle Bäder unterhalb des Indifferenzpunktes den Blutdruck steigern, und dass diese Drucksteigerung eine um so grössere ist, je kühler die Bäder sind. Nimmt man hierzu die Thatsache, dass kühle Bäder im Allgemeinen die Neigung haben, die Stromgeschwindigkeit während eines Pulsschlages herabzusetzen und zwar um so mehr, je niedriger die Temperatur ist, so wird man an der Hand der von Kraus wieder hervorgehobenen Marey'schen Erwägungen zu ganz bestimmten Schlüssen gelangen. Kraus schreibt: „Wenn aber der Blutdruck in Folge von Vermehrung der peripheren Widerstände erhöht ist, nimmt die Geschwindigkeit der Strömung ab." Danach müsste bei kalten Bädern die Blutdrucksteigerung im Wesentlichen durch eine Vermehrung der peripheren Widerstände bedingt sein. Dass dem thatsäch-

1) Ettore Balli, Inaug.-Diss. Bern 1896.
2) O. Müller, Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. 74.

lich so ist, ergiebt sich aus weiteren Untersuchungen O. Müller's[1]), der durch den Plethysmographen zeigen konnte, dass Kaltreize jeder Art stets eine beträchtliche Contraction der arteriellen Blutbahnen in Arm und Bein, sowie auch an den äusseren Bedeckungen des Kopfes, d. h. höchst wahrscheinlich im ganzen peripheren Gefässgebiet zur Folge haben. Es ergiebt sich also aus dem Zusammenwirken aller dieser Untersuchungsmethoden, dass die Annahmen Marey's durchaus berechtigte sind, und dass man in der That die Schlüsse ziehen darf, zu denen Kraus in seinen oben citirten Ausführungen kommt.

Bäder unterhalb des Indiffenzpunktes bewirken mithin eine Blutdrucksteigerung, die im Wesentlichen durch Gefässcontraction hervorgerufen ist, während das Schlagvolum offenbar nicht nennenswerth verändert wird. Ob das Schlagvolumen bei kühlen Bädern wirklich garnicht verändert ist, muss aus folgender Ueberlegung heraus fraglich erscheinen, die auch Balli schon zu denken gegeben hat, und die bei dem heutigen Stand der Kenntnisse noch mehr in's Gewicht fällt. Die Verringerung der Stromgeschwindigkeit während des einzelnen Pulsschlages, d. h. also die Abnahme der systolischen Flammenhöhe, steht in keinem Verhältniss zu der Ausgiebigkeit der Gefässcontraction, wie sie unter dem Einfluss von Kaltreizen beobachtet wird. Man müsste im Hinblick auf die bei kalten Bädern sehr ausgiebige Gefässcontraction eine beträchtlichere Abnahme der Flammenhöhe erwarten, wenn man ein Gleichbleiben des Schlagvolumens annehmen wollte. Dieses Missverhältniss zwischen Ausgiebigkeit der Gefässcontraction und Abnahme der Flammenhöhe lässt mithin den Schluss zu, dass das Schlagvolumen des Herzens unter dem Einfluss des kalten Bades eher etwas zunimmt, jedenfalls aber nicht völlig gleichbleibt oder abnimmt. Es scheint, als ob das Herz im kalten Bade nicht nur langsamer, sondern auch etwas ausgiebiger schöpfte, als vorher. Gross wird aber diese Zunahme des Schlagvolumens voraussichtlich nicht sein. Strassburger[2]), der sich auf Grund der Messung des diastolischen Druckes und der Berechnung des Pulsdruckes und des Blutdruckquotienten mit dieser Frage ebenfalls beschäftigt hat, kommt zu folgenden Resultaten: „Es soll nicht gesagt sein, dass die Herzarbeit (für den einzelnen Schlag) im kalten Bade ganz unverändert bleibt. Man kann auf einigen Curven finden, dass gegen Schluss des Bades und nach diesem die Arbeit bisweilen, wenn auch nicht in beträchtlichem Maasse, vermehrt ist, manchmal ist sie jedoch auch etwas verringert.“ In grossen Zügen stimmen also in diesem Falle die Resultate der vereinigten Tachographie, Plethysmographie und Blutdruckmessung mit den Schlüssen überein, die Strassburger aus der Berechnung seines Blutdruckquotienten gezogen hat.

Gehe ich nun zu den Schlüssen über, die sich aus den vereinigten Resultaten der Plethysmographie, Tachographie und Blutdruckmessung bezüglich der durch Bäder oberhalb des Indifferenzpunktes gesetzten Circulationsveränderungen ziehen lassen, so ist Folgendes zu bemerken.

---

1) O. Müller, Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. 84.
2) Strassburger, Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. 82.

Bäder dicht oberhalb des Indifferenzpunktes bis hinauf zu 39 bis 40 ° haben im allgemeinen, wie von O. Müller gezeigt und von Strassburger bestätigt ist, die Tendenz den systolischen Blutdruck herabzusetzen. Die Stromgeschwindigkeit während eines Pulsschlages nimmt dabei beträchtlich zu, der systolische Gipfel des Tachogrammes wird höher. Gemäss den Marey'schen Ausführungen müsste man mithin annehmen, dass die Gefässe sich in diesem Falle beträchtlich erweitern. Das ist auch in der That, wie von O. Müller wiederum plethysmographisch nachgewiesen wurde, bei allen die Körperoberfläche treffenden Warmreizen in der ganzen Peripherie der Fall. Auch hier finden mithin die Schlüsse, die aus der Marey'schen Lehre gezogen werden können, ihre experimentelle Bestätigung. Ob nun die Erhöhung der Stromgeschwindigkeit während eines einzelnen Pulsschlages durch die im warmen Bade auftretende Gefässerweiterung ausreichend erklärt ist, oder ob hier noch eine Vermehrung des Schlagvolumens eine Rolle spielt, mag dahin gestellt bleiben. Im allgemeinen scheint hier die Ausgiebigkeit der Gefässerweiterung mit dem Zuwachs der Flammenhöhe in befriedigendem Einklang zu stehen. Dagegen müssen die bei heissen Bädern jenseits von 40 ° C. zu beobachtenden excessiven Steigerungen der Flammenhöhe, die auftreten, ohne dass der Plethysmograph eine viel stärkere Gefässerweiterung anzeigt, wie bei warmen Bädern unter 40 °, entschieden im Sinne einer starken Zunahme des Schlagvolumens gedeutet werden. Auch diese Resultate stimmen wieder im wesentlichen mit den Schlüssen, die Strassburger aus der Ableitung des Blutdruckquotienten gezogen hat. Bei warmen Bädern bis zu 40 ° sah er keine deutliche, bei heissen Bädern über 40 ° aber eine sehr beträchtliche Steigerung der Schlagvolumina auftreten.

Kohlensäurehaltige Salzbäder.

Wenn ich jetzt zur Besprechung meiner Resultate bei kohlensäurehaltigen Salzbädern übergehe, so möchte ich vorausschicken, dass diese nur in Temperaturen von 34 bis 24 ° C. verabreicht wurden. Es handelte sich mithin nur um kühle Kohlensäurebäder, wie sie für therapeutische Zwecke ausschliesslich in Betracht kommen. Die Dauer der Bäder war auf 25 Minuten bemessen. Diese kühlen Nauheimer Bäder hatten nun in auffallendem Gegensatz zu den bei den gleichen Versuchspersonen applicirten gleichtemperirten Süsswasserbädern, in 84 pCt. der Versuche eine deutliche Steigerung der Flammenhöhe zur Folge; in 16 pCt. der Fälle blieb die Flammenhöhe unverändert: ein deutliches Absinken der Pulsflamme, wie im kalten Süsswasserbad, wurde niemals beobachtet. Während nun die Steigerung des Hauptschlages im Tachogramm bei kohlensäurehaltigen Salzbädern in Contrast steht mit der Erniedrigung desselben bei Süsswasserbädern gleicher Temperatur, wird der Nebenschlag und event. auch die Zwischen- und Nachschläge der Flammencurve durch das Nauheimer Bad ebenso, ja sogar noch mehr verstärkt und erhöht, wie das beim einfachen Wasserbad der Fall ist. Es findet sich also in den bei Nauheimer Bädern erhaltenen Tachogrammen eine Mischung der Resultate, die wie bei warmen und kalten Süsswasser-

bädern zu sehen gewohnt sind. Die Steigerung des Hauptschlages erinnert an die Einwirkung der warmen resp. heissen, die Steigerung der Nebenschläge an die der kalten Wasserbäder. Am ausgesprochensten finden sich diese Verhältnisse bei kohlensäurehaltigen Salzbädern von 29 bis 30 ° C. Sind die Bäder wesentlich kühler (bis zu 24 ° C.), so tritt der Zuwachs der systolischen Flammenhöhe nicht mehr so deutlich in Erscheinung, während die Nebenschläge immer grösser werden.

Die beiden Bilder illustriren die geschilderten Verhältnisse für 2 Bäder von 29 ° C. Bild 1 zeigt in Abtheilung a zunächst das Normaltachogramm der bei hoher Lufttemperatur ruhig in der Wanne sitzenden Versuchsperson. Der Hauptschlag schwankt in seiner Höhe mit den Respirationen zwischen 22 und 23,5 mm. Die Nebenschläge treten nicht deutlich hervor. An der durch den Pfeil bezeichneten Stelle beginnt das Süsswasserbad einzufliessen. Sofort werden die Hauptschläge etwas niedriger; sie schwanken in der ersten Zeit des Bades in ihrer Höhe zwischen 18 und 20 mm. Gegen Ende des Bildes werden auch die Nebenschläge etwas deutlicher und höher. In Abtheilung b ist der Effect des Bades nach 10 Minuten wiedergegeben. Die Hauptschläge haben jetzt eine Höhe von 21 bis 22,5 mm, die Nebenschläge sind deutlicher und höher geworden. Abtheilung c zeigt dann endlich den Einfluss des Bades nach 25 Minuten. Die Hauptschläge sind 22 bis 23 mm hoch, also fast so ausgiebig, wie vor dem Bade. Die Nebenschläge dagegen, die vor dem Bade eine durchschnittliche Höhe von 13 bis 14 mm hatten, erreichen jetzt eine solche von 14 bis 16 mm. Es ist oben bereits erwähnt, dass Bäder dicht unterhalb des Indifferenzpunktes wie das hier vorliegende keine so ausgesprochene Erniedrigung der systolischen Flammenhöhe hervorrufen, als Bäder von etwa 20 bis 24 ° C. Da es sich hier um einen Vergleich der Süsswasserbäder mit kohlensäurehaltigen Salzbädern handelt, so konnten zur Reproduction selbstverständlich Tachogramme von sehr kalten Süsswasserbädern nicht herangezogen werden, sondern man musste mittlere Temperaturen wählen, wie sie den zu therapeutischen Zwecken angewandten Nauheimer Bädern zukommen.

Bild 2 zeigt dann in Abtheilung a zunächst wieder das Normaltachogramm des gleichen gesunden Mannes bei ruhiger Lage in der Wanne. Der Hauptschlag schwankt in seiner Höhe mit den Respirationen von 19,5 bis 21 mm. Die Nebenschläge sind klein und unbedeutend. An der durch den Pfeil bezeichneten Stelle beginnt das kohlensäurehaltige Salzbad einzufliessen. Auch hier werden die Hauptschläge wieder zuerst etwas kleiner, wenn auch nicht so deutlich, wie beim Einfliessen des Süsswasserbades gleicher Temperatur, ihre Höhe beträgt 19 bis 20,5 mm. Die Nebenschläge nehmen aber sofort sehr deutlich zu, und an einzelnen Stellen machen sich auch Zwischen- und Nachschläge bemerkbar, die vorher nicht deutlich sichtbar waren. Abtheilung b stellt dann die Einwirkung des Bades nach 10 Minuten dar. Die Hauptschläge sind zu einer Höhe von 23 bis 24 mm angestiegen, die Nebenschläge treten sehr deutlich hervor. In Abtheilung c zeigt sich der Effect des Bades nach 25 Minuten. Die Hauptschläge sind bis zu einer Höhe von 24 bis

25,5 mm angestiegen; die Nebenschläge haben jetzt eine Höhe von 16 bis 18 mm gegenüber Werthen von 12 bis 13 mm vor dem Bade. Ausserdem sind an einzelnen Stellen deutliche Nachschläge sichtbar.

Es ist also in diesen beiden Beispielen im Wasserbad von 29 Grad die systolische Flammenhöhe nach vorübergehender Senkung annähernd gleichgeblieben. Im kohlensäurehaltigen Salzbad von 29 Grad ist sie um etwa 5 mm gestiegen. In beiden Fällen haben die im Tachogramm sichtbaren Reflexionswellen unter dem Einfluss des Bades zugenommen, im Salzbald mehr, im Wasserbad weniger. Dieselben Resultate ergaben sich, wie oben erwähnt, in 84 pCt. unserer Versuche. In 16 pCt. der Fälle blieb eine deutliche Steigerung der Flammenhöhe im kohlensäurehaltigen Salzbad aus, doch handelte es sich dabei um Bäder weit unterhalb des Indifferenzpunktes, die, wie oben bereits erwähnt, nicht so typische Veränderungen des Tachogrammes hervorrufen, wie die therapeutisch angewandten Bäder von mittlerer Temperatur.

Gehe ich nunmehr zu den Schlüssen über, die sich aus diesen Resultaten bezüglich der Herz- resp. Gefässwirkung der kühlen kohlensäurehaltigen Salzbäder ableiten lassen, so ist Folgendes zu sagen: Da bei den Nauheimer Bädern Blutdruck und Stromgeschwindigkeit gleichzeitig zunehmen, so müsste nach der Marey'schen Anschauung die Ursache dafür im Verhalten des Herzens zu suchen sein. Das Schlagvolumen müsste steigen. Jedenfalls dürfte man den Grund des Anwachsens der Flammenhöhe nicht in einer Erweiterung der peripheren Strombahn suchen. Wir sind hier bisher leider noch nicht in der Lage, den Schluss, den wir aus den Marey'schen Ueberlegungen ziehen experimentell zu beweisen. Es bestehen noch keine plethysmographischen Untersuchungen bei Nauheimer Bädern, die uns über das Verhalten der peripheren Gefässe unmittelbaren Aufschluss zu geben vermöchten, doch sind solche Untersuchungen bereits seit einiger Zeit in der Tübinger Klinik in Gang. Immerhin kann man aus den vorliegenden tachographischen Curven auch jetzt schon mit einiger Wahrscheinlichkeit darauf schliessen, dass die Marey'schen Erwägungen auch in diesem Falle zu einem richtigen Resultate geführt haben. Die Tachogramme bei kühlen kohlensäurehaltigen Salzbädern zeigen nämlich ein starkes Hervortreten der reflectirten Wellen in Gestalt deutlicher Neben-, Zwischen- und Nachschläge. Nun treten aber die reflectirten Wellen erfahrungsgemäss im Tachogramm bei Gefässerweiterung gewöhnlich stark zurück, bei Gefässverengerung dagegen werden sie sehr deutlich. Das ist schon von v. Kries gefunden und später in Balli's und meinen Curven immer wieder bestätigt worden. Es ist mithin äusserst wahrscheinlich, dass die peripheren Gefässe im kühlen kohlensäurehaltigen Salzbald nicht, wie die eintretende Hautröthung glauben machen möchte, erweitert sind, und dass das Herz in ihnen einen schwächeren Widerstand findet, sondern dass sie sogar verengert werden und dass das Herz gegen einen verstärkten Widerstand arbeitet. Der endgiltige Beweis dieser mit grosser Wahrscheinlichkeit zu machenden Annahme wird aber, wie gesagt erst durch plethysmographische Untersuchungen erbracht werden. Soviel steht aber jetzt schon fest: Das Herz wirft im kühlen kohlen-

säurehaltigen Salzbad grössere Schlagvolumina aus, als vorher, es wird durch diese Bäder primär zu verstärkter Thätigkeit angeregt, gerade wie durch die Digitalis.

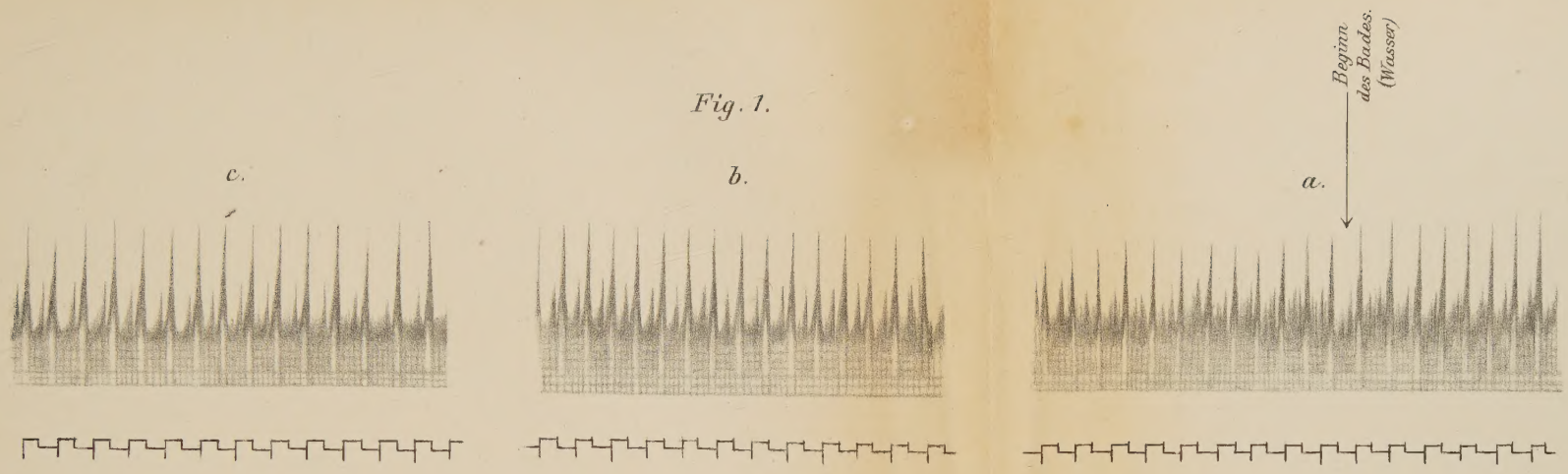
In diesem Punkte stimmen meine Resultate wieder zu den Schlüssen, die Strassburger aus der Bestimmung des Blutdruckquotienten gezogen hat. Bezüglich der Beurtheilung der peripheren Strombahn aber kommen wir zu entgegengesetzten Resultaten. Ich nehme eine Verengung der peripheren Arteriengebiete und damit dort einen vermehrten Widerstand für das Herz an. Strassburger hingegen schreibt: „Die kühlen kohlensäurehaltigen Soolbäder unterscheiden sich von den einfachen Wasserbädern dadurch, dass sie besonders den Eintritt der reactiven Gefässerweiterung begünstigen, diese verstärken und damit ein Hinderniss für das Herz beseitigen.“ Nun kann Strassburger mit seiner Methode, selbst wenn sie stets richtige Resultate ergiebt, überhaupt garnicht den Widerstand in einem bestimmten Gefässgebiet ermitteln, sondern lediglich den Gesammtwiderstand, wie er sich für die unverzweigte Aorta darstellt. Es ist deshalb an sich schon unthunlich, mittelst dieser Methode den Eintritt einer reactiven Gefässerweiterung im Bade, die doch stets eine periphere Erscheinung ist, feststellen zu wollen. Es kommt aber weiter hinzu, dass nach den tachographischen Untersuchungen alle Anzeichen gegen das Auftreten einer solchen peripheren Gefässerweiterung reactiver Art sprechen. Das Plethysmogramm wird hier, wie gesagt, die Entscheidung bringen und die Beeinflussung der gesammten Circulation durch das kohlensäurehaltige Salzbad endgiltig klarstellen.

Kurz zusammenfassend lässt sich aber schon jetzt sagen: die kühlen kohlensäurehaltigen Salzbäder regen in ähnlicher Weise, wie die Digitalis das Herz zu primär verstärkter Thätigkeit an, sie veranlassen eine beträchtliche Vergrösserung der Schlagvolumina. Kühle Süsswasserbäder üben keinen nennenswerthen direct anregenden Einfluss auf das Herz aus, die Schlagvolumina nehmen unter ihrem Einfluss entweder garnicht, oder doch nur in ganz geringem Grade zu.

Lebenslauf.

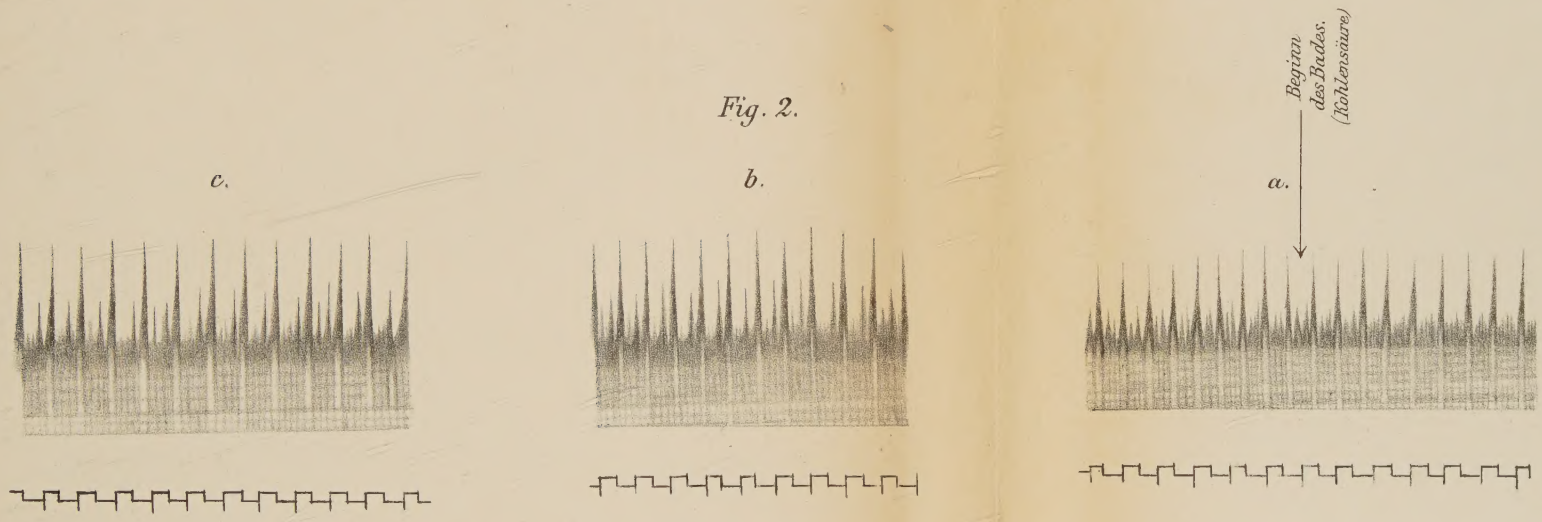
Ich, Boris Liwschitz, bin am 15. Juni 1882 zu Bobruisk in Russland geboren. Den ersten Schulunterricht genoss ich in meiner Heimatstadt. Im Alter von 11 Jahren besuchte ich zuerst das Progymnasium zu Bobruisk und später das Gymnasium zu Mohilew, an welcher Anstalt ich Juni 1902 das Zeugniss der Reife erhielt. Ostern 1903 wurde ich auf der Kgl. Albertus-Universität immatriculirt, wo ich bis Ostern 1906 Medicin studirte. Das Sommersemester von Ostern 1906 bis Michaelis 1906 verbrachte ich an der Universität Leipzig und von Michaelis 1906 bis Juni 1907 an der Universität Tübingen.

Fig. 1.



Von rechts nach links zu lesen.

Fig. 2.



Von rechts nach links zu lesen.

E. Laue, Lith. Inst. Berlin.